

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-266393

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>H 05 B 33/22  
H 01 L 33/00

識別記号

A

庁内整理番号

8815-3K  
8934-4M

④ 公開 平成3年(1991)11月27日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全3頁)

⑥ 発明の名称 複合発光体薄膜及び薄膜EL素子

⑦ 特 願 平2-63152

⑧ 出 願 平2(1990)3月14日

⑨ 発 明 者 岡 嶋 道 生 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑩ 発 明 者 任 田 隆 夫 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑪ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地  
 ⑫ 代 理 人 弁理士 栗 野 重 孝 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

複合発光体薄膜及び薄膜EL素子

## 2. 特許請求の範囲

(1) 厚さが50nm以下、1nm以上の硫化亜鉛もしくは少なくとも硫化亜鉛と他のIIbVI族化合物半導体との混晶を主成分とする発光体層を、該発光体層のエネルギーギャップより大きなエネルギーギャップの、少なくとも硫化マグネシウムと他のアルカリ土類金属の硫化物との混晶を主成分とする障壁層で挟持した構成単位を、一単位もしくは複数単位繰り返して設けたことを特徴とする複合発光体薄膜。

(2) 請求項1に記載の複合発光体薄膜と、前記複合発光体薄膜の外側から電圧を印加する手段とを備えたことを特徴とする薄膜EL素子。

(3) 複合発光体薄膜の少なくとも一方の面に誘電体薄膜が形成され、更にその外側から電圧を印加する手段が配設されていることを特徴とする請求項2に記載の薄膜EL素子。

(4) 発光体層と障壁層の格子定数の違いが5%以内であることを特徴とする請求項1に記載の複合発光体薄膜。

## 3. 発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本願発明は、発光効率が高く、青色もしくは紫外線の波長域で明るく発光する発光体薄膜及びそれを用いたEL素子に関するものである。

## 従来の技術

近年、コンピューター端末などに用いるフラットディスプレイとして、薄膜EL素子が盛んに研究されている。黄橙色発光のマンガンを添加した硫化亜鉛からなる発光体薄膜を用いたモノクロ薄膜ELディスプレイは既に実用化されている。ディスプレイとして広汎な用途に対応するためにはフルカラー化が不可欠であり、赤色、緑色、青色の3原色に発光するEL用発光体の開発に多大な力が注がれている。この中で青色発光発光体としては、ZnS: Tmや、SrS: Ce、赤色発光体としては、ZnS: Sm、CaS: Eu、緑色発光体

としてはZnS: Tb, CaS: Ceなどが盛んに研究されている。

一方、発光ダイオードにおいても、同様にフルカラー化をめざして、短波長化の研究が盛んに行われている。SiC, GaN, ZnS, ZnSe等、広いバンドギャップの半導体材料を用いたPN接合、MIS接合の形成により、青色LEDの高輝度化が試みられている。

発明が解決しようとする課題

上記の電界発光用蛍光体薄膜は、赤色及び緑色に関しては発光輝度、効率に問題があり、青色に関しては色純度に問題があり、現在、実用的なレベルのカラーELパネルは形成されていない。

一方、LEDに関しては、赤色については十分高輝度の発光素子が得られ実用化されているが、緑色、青色については、実用化レベルとしては不十分である。

さらに、より短波長の紫外に発光波長域を有する固体発光素子は、いまだ実現するに至っていない。

本発明は、発光輝度、効率の高い、青色もしくは

は紫外発光素子を実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

厚さが50nm以下、1nm以上の硫化亜鉛もしくは少なくとも硫化亜鉛と他のIIbVI族化合物半導体との混晶を主成分とする蛍光体層を、該蛍光体層のエネルギーギャップより大きなエネルギーギャップの、少なくとも硫化マグネシウムと他のアルカリ土類金属の硫化物との混晶を主成分とする障壁層で挟持した構成単位を、一単位もしくは複数単位繰返して設けた複合発光体薄膜を形成する。

作用

上記構成の複合発光体薄膜を形成することによって、蛍光体層に青から紫外の波長域で発光する広いバンドギャップを持った材料を用いても、更に十分広いエネルギーギャップを持った材料を障壁層に使用したため、高電界により発生もしくは注入された電子、正孔が十分前記蛍光体層に閉じ込められ、それらが直接もしくは再結合中心を介して効率よく再結合し、その結果、発光輝度

効率の高い、青色もしくは紫外発光素子が実現できたと考えられる。

実施例

第1図に本発明の薄膜EL素子の一実施例として、その素子構造を示す。低抵抗Siの基板1上に分子ビームエビタキシャル蒸着法により厚さ150nmのCaF<sub>2</sub>薄膜からなる絶縁層2をエビタキシャル成長させた。その上に、CaS、MgSを入れたKセルを用いて、厚さ50nmのCa<sub>0.4</sub>Mg<sub>0.6</sub>Sから成る障壁層3を同じくエビタキシャル成長させた。更にその上に、厚さ20nmのZnSからなる蛍光体層4をエビタキシャル成長させた。同様に、その上に、Ca<sub>0.4</sub>Mg<sub>0.6</sub>Sから成る障壁層とZnSからなる蛍光体層を交互に順次エビタキシャル成長させ、合計10周期、層厚700nmの複合発光体層5を完成した。その上に、酸素を10%含むアルゴン雰囲気中で、室温でBaTa<sub>2</sub>O<sub>7</sub>よりなる、厚さ200nmの絶縁層6を形成した。最後に厚さ200nmのITOからなる透明電極7を電子ビーム蒸着法に

より形成し、薄膜EL素子を完成した。

本実施例では、Si基板1と複合発光体層5の間、複合発光体層5と透明電極7の間にそれぞれ絶縁層2と絶縁層6を形成したが、これらはいずれか一方だけであってもよい。

本発明のEL素子は、パルス幅30μsec、1kHz、150Vの交流電圧を基板1と透明電極7との間に印加することによって、波長350nm～380nmの強い紫外発光を得た。

本発明の要点は、紫外域にも及ぶ短波長発光が可能な広いバンドギャップの半導体材料であるZnS、もしくはZnSと他のIIbVI族化合物半導体との混晶を主成分とする半導体材料を蛍光体層に用いることができた点にある。なぜ、本発明において初めてそれが可能となったかを以下に述べる。

それは、第1の実施例に代表される薄膜EL素子の構成において、高効率の短波長発光素子を実現するために、障壁層材料として、以下の2つの条件を満たす、硫化マグネシウムと他のアルカリ

土類金属の硫化物との混晶を主成分とする材料を採用したことによる。まず第1に、これらのアルカリ土類金属の硫化物のバンドギャップはいずれも、 $\text{MgS}$ の $5.4\text{ eV}$ を筆頭に $3.8\sim 5.4\text{ eV}$ と、蛍光体層として採用した $\text{ZnS}$ の $3.5\text{ eV}$ と比べて十分広いため、キャリアを効率よく蛍光体層に閉じ込めることができた。

第2点は、本発明の材料構成を用いることで、各層材料間での格子整合が可能となる点である。高発光効率を維持するためには、キャリアの非発光中心の一因である格子欠陥をできるだけ減らすことが肝要である。本発明の材料構成を採用することにより、基板、障壁層、蛍光体層、および第1の実施例に示したように絶縁層2を設ける場合は絶縁層2も含めて、これらの材料の間で格子整合が可能となり、非発光中心濃度を低減することができた。第1の実施例では、 $\text{ZnS}$ を蛍光体層に用いたため、基板材料、絶縁層2には、 $\text{ZnS}$ と格子定数の近い $\text{Si}$ と $\text{CaF}_2$ をそれぞれ採用した。また障壁層材料も格子整合させるために、 $\text{MgS}$ と $\text{CaS}$ の混晶を用いた。

$\text{Si}$ 基板と格子整合させた場合の障壁層のバンドギャップは、約 $4.8\text{ eV}$ と十分広く、電子、正孔とも十分蛍光体層に閉じ込められ、高効率の紫外発光を得ることができたと考えられる。

第1の実施例では基板材料として $\text{Si}$ を採用したが、例えば格子定数の近い $\text{GaP}$ を用いても同様の効果が得られた。また、同じく障壁層の材料として $\text{CaS}$ と $\text{MgS}$ の混晶を用いたが、その代わりに、 $\text{MgS}$ と $\text{SrS}$ もしくは $\text{MgS}$ と $\text{BaS}$ との混晶を用いても、格子整合する組成比の膜であれば同様の効果を有する。

同様に、蛍光体層の材料を、所定の組成比の $\text{ZnS}$ と他のIIbVI族化合物半導体との混晶を主成分とする半導体材料にする場合も、障壁層材料に上記のアルカリ土類金属硫化物の格子整合した混晶を用いることで第1の実施例同様、蛍光体層のバンドギャップに応じた所望の波長の高効率の短波長薄膜EL素子を得ることができた。

発明の効果

本発明により、青色から紫外の短波長で発光する複合発光体薄膜を得ることができた。また、この複合発光体薄膜を用いて薄膜EL素子を形成した場合も、高効率、高輝度の短波長薄膜EL素子を実現することができた。本発明を、青色発光素子、紫外発光素子、もしくはフルカラーEL素子等に応用する際、特に実用的価値が大きい。

#### 4、図面の簡単な説明

第1図は、本発明の薄膜EL素子の一実施例の素子の断面図である。

1……基板、2、8……絶縁層、3……障壁層、4……蛍光体層、5……複合発光体層、7……透明電極。

代理人の氏名 弁理士 栗野重孝 ほか1名

第1図

